

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Коровушкина Максима Михайловича «Межузельные кулоновские взаимодействия в проблеме нормального и сверхпроводящего состояний сильно коррелированных систем», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Одной из актуальной задач физики конденсированного состояния, на решение которой в настоящее время направлены усилия многих теоретических групп -- изучение особенностей электронного строения соединений, демонстрирующих высокотемпературную сверхпроводимость. Диссертационная работа посвящена выяснению роли межузельных кулоновских взаимодействий фермионов при вычислении энергетической структуры и анализу условий возникновения сверхпроводящего спаривания в сильно коррелированных электронных системах и графене. Диссертантом рассмотрен и решен комплекс актуальных задач и получены важные результаты, нетривиальность которых обусловлена не только сложностью корректного учета межузельных кулоновских корреляций, но также и рядом интересных находок, что в конечном итоге позволило автору существенно продвинуться в решении рассмотренных проблем.

Соискателем развита методика описания межузельных кулоновских корреляций в модели Шубина-Вонсовского, используя которую было показано, что последовательный учет межузельных корреляций приводит к принципиально новым особенностям энергетической структуры модели, таких как возникновение дополнительной зоны, обусловленной зарядовыми флуктуациями. Результаты по построению эффективного гамильтониана для модели Эмери и вычислению зависимости константы обменного взаимодействия между спиновыми моментами ионов меди от допирования, отражают большой объем проведенных диссертантом исследований.

В третьей главе исследуется сверхпроводящая фаза в условиях, когда куперовская неустойчивость развивается не для затравочных фермионов, а в подсистеме спиновых поляронов. В рамках эффективного гамильтониана рассмотрено влияние эффективных взаимодействий между спиновыми поляронами на условия возникновения куперовской неустойчивости. Показано, что трехцентровые взаимодействия в такой системе, в отличие от  $t$ - $J^*$ -модели, способствуют сверхпроводящему  $d$ -спариванию. Полученные автором результаты несомненно представляют существенный вклад в изучение природы сверхпроводимости, как и

результаты, связанные с ответом на вопрос об устойчивости сверхпроводящей  $d$ -фазы высокотемпературных сверхпроводников при учете межузельного кулоновского отталкивания дырок на ионах кислорода.

Наконец, диссертантом рассмотрено влияние межузельных кулоновских взаимодействий на условия развития куперовской неустойчивости в монослое и бислое допированного графена. Полученные результаты могут иметь важное практическое значение при экспериментальном поиске сверхпроводимости в отмеченных материалах.

Ознакомление с авторефератом показывает, что автором несомненно проведен большой объем серьезных теоретических исследований, получены приоритетные результаты, которые представлены в 22 статьях в ведущих рецензируемых российских и международных журналах, а также неоднократно представлялись на международных конференциях.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Коровушкина Максима Михайловича «Межузельные кулоновские взаимодействия в проблеме нормального и сверхпроводящего состояний сильно коррелированных систем» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Коровушкин Максим Михайлович, несомненно, заслуживает присуждения ему искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Главный научный сотрудник  
лаборатории теоретической физики  
ФГБУН Института физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН  
д.ф.-м.н., профессор

Ляпилин Игорь Иванович

16.12. 2016 г.

Почтовый адрес:  
620990, г. Екатеринбург,  
ул. С. Ковалевской, 18  
Тел.: (343) 378-37-30  
E-mail: lyapilin@imp.uran.ru



Подпись *Ляпилин*  
заверяю  
Руководитель общего отдела  
*Ляпилин* Н.Ф.Лямина  
"16" 12 2016 г.